

DERWENT-ACC-NO: 2003-433134

DERWENT-WEEK: 200341

COPYRIGHT 2012 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Objective lens manufacturing method for optical  
pick-up device, involves irradiating light rays of  
preset intensity on negative and positive photoresists  
on both sides of transparent quartz glass substrate

INVENTOR: KIZOZAWA Y

PATENT-ASSIGNEE: RICOH KK[RICO]

PRIORITY-DATA: 2001JP-161071 (May 29, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 2002350609 A	December 4, 2002	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP2002350609A	N/A	2001JP-161071
May 29, 2001		

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC	DATE
CIPP	G02B3/00	20060101
CIPS	B29D11/00	20060101
CIPS	G11B7/135	20060101
CIPS	G11B7/22	20060101
CIPN	B29K101/10	20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 2002350609 A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The light rays of predetermined intensity irradiated on the negative and positive photoresists (4,5) provided on both sides of a transparent quartz glass substrate (3) respectively, to form desired lens pattern.

DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for the following:

- (1) Objective lens; and
- (2) Optical pick-up device.

USE - For producing high-aperture-number (NA) objective lens for use in optical pick-up device (claimed).

ADVANTAGE - Enables manufacture of high-aperture-number (NA) objective lens easily and inexpensively.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the production process of optical element. (Drawing includes non-English language text).

Transparent quartz glass substrate (3)

Photoresists (4,5)

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/13

TITLE-TERMS: OBJECTIVE LENS MANUFACTURE METHOD OPTICAL PICK UP DEVICE  
IRRADIATE

LIGHT RAY PRESET INTENSITY NEGATIVE POSITIVE PHOTORESIST  
SIDE

TRANSPARENT QUARTZ GLASS SUBSTRATE

DERWENT-CLASS: A89 L03 P81 T03

CPI-CODES: A11-C04D; A11-C04E; A12-L02A; A12-L03; L03-G04B;

EPI-CODES: T03-B02A; T03-B02B3;

ENHANCED-POLYMER-INDEXING:

Polymer Index [1.1]

018 ; P0000;

Polymer Index [1.2]

018 ; ND07; Q9999 Q8286\*R Q8264; Q9999 Q8684 Q8673 Q8606;

K9847\*R

K9790;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: 2003-114787

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 2003-345629

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-350609

(P2002-350609A)

(43) 公開日 平成14年12月4日 (2002.12.4)

(51) Int.Cl.<sup>1</sup>

識別記号

F I

テーム(参考)

G 0 2 B 3/00

G 0 2 B 3/00

Z 4 F 2 1 3

B 2 9 D 11/00

B 2 9 D 11/00

5 D 1 1 9

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A

Z

7/22

7/22

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-161071(P2001-161071)

(22) 出願日

平成13年5月29日(2001.5.29)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 清澤 良行

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

Fターム(参考) 4F213 AA44 AD04 AD08 AH75 WA02

WA32 WA54 WA63 WA67 WA72

WA74 WA86 WA87 WB01 WB11

WF01 WF06 WW24 WW26 WW34

5D119 AA11 AA22 AA38 JA07 JA32

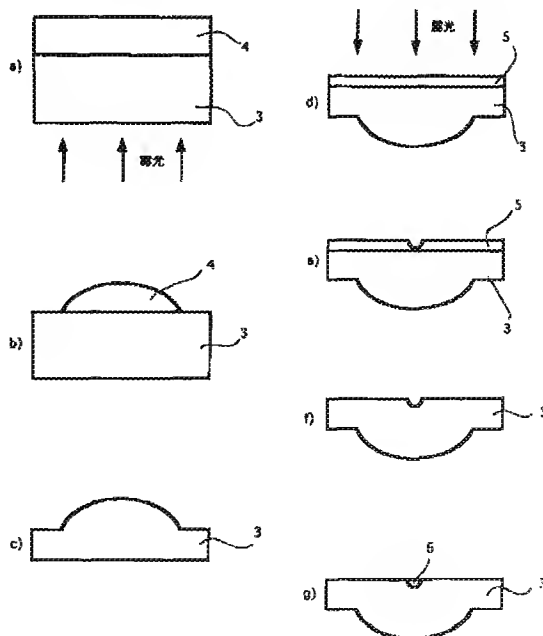
NA05

(54) 【発明の名称】 光学素子作製方法、光学素子および光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 製造が容易で安価な高NAの対物レンズを提供すること。

【解決手段】 透明基板上に塗布したフォトリジストに対して所定の光を照射することにより(図2(a))レンズ形状を形成する工程(図2(b))と、当該レンズ形状をドライエッチングにより前記透明基板に転写する工程(図2(c))とを、前記透明基板の上面および下面の両面に対しておこなうことにより(図2(d)~図2(f))、前記透明基板の両面にレンズが形成された光学素子(図2(g))を作製する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に塗布したフォトリソトに対して所定の光を照射することによりレンズ形状を形成する工程と、当該レンズ形状をドライエッチングにより前記透明基板に転写する工程とを、前記透明基板の上面および下面の両面に対しておこなうことにより、前記透明基板の両面にレンズが形成された光学素子を作製することを特徴とする光学素子作製方法。

【請求項2】 前記透明基板にネガ型フォトリソトを塗布し、前記ネガ型フォトリソトを塗布した面の反対側の面から所定の光量分布を有する照射光により当該ネガ型フォトリソトを露光してレンズを形成することを特徴とする請求項1に記載の光学素子作製方法。

【請求項3】 前記透明基板の両面に凹形レンズ形状を形成し、当該凹形レンズ形状部分に前記透明基板の屈折率とは異なる屈折率の材料を充填してレンズを形成することを特徴とする請求項1または2に記載の光学素子作製方法。

【請求項4】 前記所定の光を前記透明基板上に複数のレンズ形状が形成されるように照射したことを特徴とする請求項1、2または3に記載の光学素子作製方法。

【請求項5】 前記請求項1～4のいずれか一つに記載の光学素子作製方法により作製されたことを特徴とする光学素子。

【請求項6】 前記透明基板をスライドしたことを特徴とする請求項5に記載の光学素子。

【請求項7】 別途作製した光学素子を添着したことを特徴とする請求項5または6に記載の光学素子。

【請求項8】 前記添着した光学素子がマイクロプリズムであることを特徴とする請求項7に記載の光学素子。

【請求項9】 前記添着した光学素子が1/4波長板であることを特徴とする請求項7に記載の光学素子。

【請求項10】 前記透明基板の面に薄膜コイルを形成したことを特徴とする請求項5～9のいずれか一つに記載の光学素子。

【請求項11】 前記請求項5～10のいずれか一つに記載の光学素子を光ピックアップ装置に適用し、前記光学素子のピックアップ側の面と情報記録媒体の記録層との間隔を光源波長の1/4以下としたことを特徴とする光ピックアップ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学素子作製方法、光学素子および光ピックアップ装置に関し、特に、光記録媒体に対して使用される光学素子作製方法、光学素子および光ピックアップ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、光ディスクの高記録密度化が要求されており、その方法の一つとしてソリッドイマージョンレンズや高NAレンズ（高開口数レンズ）を用いた方

法が提案されている。

【0003】従来の光ピックアップ装置では、2つのレンズで構成される2群対物レンズ構成とすることにより、対物レンズのNA（開口数）を大きくし、レーザ光のスポット径を小さくすることが可能となっていた。このようなレンズを用いることにより、光ディスクの高記録密度化が可能となる。

【0004】たとえば、特開2000-11388号公報「光情報記録再生装置および光情報記録再生方法」、特開平11-144293号公報「光学ヘッドおよび光学記録装置」、特開平11-045455号公報「光ピックアップ用光学素子および光ピックアップ用光学素子の製造方法および光ピックアップ」に開示される技術では、2つのレンズで対物レンズを構成し、これにより対物レンズのNAを大きくし、光ディスクの高記録密度化を可能にしている。

【0005】図11、図12および図13は、上述した公報に開示されている、従来の2レンズ構成の対物レンズおよびその周辺部分の構成図である。図において、符号101、111および121は第1のレンズであり、102、112および122は第2のレンズを示す。また、符号103および113は光ディスク、104および105はアクチュエータ、114および124はスライドである。

【0006】図11の対物レンズでは独立した第1のレンズ101と第2のレンズ102で対物レンズを構成し高NAを実現している。図12の対物レンズではスライド114に第1のレンズ111と第2のレンズ112を搭載した構成としている。また、図13の対物レンズではスライド124に第1のレンズ121および第2のレンズが造り込まれた構成となっている。図12に示した対物レンズも、図13に示した対物レンズも、それぞれ高NAを実現し、かつ、高速で回転する光ディスク上に浮上させることで、光ディスクの極近傍に配置することを可能としている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術では以下の問題点があった。特開2000-11388に開示される技術のように、2つのレンズをそれぞれアクチュエータで駆動する構成では、2つのレンズの位置精度を確保するのは非常に困難であるという問題点があった。

【0008】また、高密度化を狙い、光ディスク103側のレンズ102（図11参照）をソリッドイマージョンレンズとする場合には、このレンズ102を光ディスク103の極近傍（光源の波長以下）に近接しなければならず、その手段として、レンズをスライドに搭載するなどの構成が用いられている。しかしながら、特開2000-11388の構成では、アクチュエータ105があるため重くなり、スライドに搭載するのは困難である

という問題点もある。

【0009】また、特開平11-144293に開示される技術では、ソリッドイメーションレンズおよび対物レンズをスライダに搭載しており軽量化を図っているが、作製に際してはそれぞれ別々に形成し組み合わせているので、レンズ同士の位置合わせを高精度でおこなうことが困難であり、また、一つずつ組み立てるので量産性が非常に悪くコストアップにつながるという問題点があった。

【0010】また、特開平11-045455に開示される技術では、同一基板に2つのレンズを造り込んでおり、レンズ同士の位置合わせを高精度でおこなっており、また、ウェハプロセスでおこなうことができるので、複数のレンズを同時に作製することができる。しかしながら、フォトリソでレンズ形状を形成する工程では熱によるフォトリソの変形や圧力によるフォトリソの変形あるいは拡散マスクによる露光法などを用いており、非球面形状など複雑な形状の形成は困難であるという問題点があった。

【0011】また、一般に、光ディスク上に形成されるスポットのサイズを決める要因にレンズの収差があり、高NAレンズで収差を抑えるためには、非球面形状で設計されたレンズ形状を精度良く形成する必要がある。

【0012】本発明は上記に鑑みてなされたものであって、製造が容易で安価な高NAの対物レンズを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1に記載の光学素子作製方法は、透明基板上に塗布したフォトリソに対して所定の光を照射することによりレンズ形状を形成する工程と、当該レンズ形状をドライエッチングにより前記透明基板に転写する工程とを、前記透明基板の上面および下面の両面に対しておこなうことにより、前記透明基板の両面にレンズが形成された光学素子を作製することを特徴とする。

【0014】また、請求項2に記載の光学素子作製方法は、請求項1に記載の光学素子作製方法において、前記透明基板にネガ型フォトリソを塗布し、前記ネガ型フォトリソを塗布した面の反対側の面から所定の光量分布を有する照射光により当該ネガ型フォトリソを露光してレンズを形成することを特徴とする。

【0015】また、請求項3に記載の光学素子作製方法は、請求項1または2に記載の光学素子作製方法において、前記透明基板の両面に凹型レンズ形状を形成し、当該凹型レンズ形状部分に前記透明基板の屈折率とは異なる屈折率の材料を充填してレンズを形成することを特徴とする。

【0016】また、請求項4に記載の光学素子作製方法は、請求項1、2または3に記載の光学素子作製方法において、前記所定の光を前記透明基板上に複数のレンズ

形状が形成されるように照射したことを特徴とする。

【0017】また、請求項5に記載の光学素子は、前記請求項1～4のいずれか一つに記載の光学素子作製方法により作製されたことを特徴とする。

【0018】また、請求項6に記載の光学素子は、請求項5に記載の光学素子において、前記透明基板をスライダとしたことを特徴とする。

【0019】また、請求項7に記載の光学素子は、請求項5または6に記載の光学素子において、別途作製した光学素子を添着したことを特徴とする。

【0020】また、請求項8に記載の光学素子は、請求項7に記載の光学素子において、前記添着した光学素子がマイクロプリズムであることを特徴とする。

【0021】また、請求項9に記載の光学素子は、請求項7に記載の光学素子において、前記添着した光学素子が1/4波長板であることを特徴とする。

【0022】また、請求項10に記載の光学素子は、請求項5～9のいずれか一つに記載の光学素子において、前記透明基板の面に薄膜コイルを形成したことを特徴とする。

【0023】また、請求項11に記載の光ピックアップ装置は、前記請求項5～10のいずれか一つに記載の光学素子を光ピックアップ装置に適用し、前記光学素子のピックアップ側の面と情報記録媒体の記録層との間隔を光源波長の1/4以下としたことを特徴とする。

【0024】すなわち、本発明では、まず、基板の一方の面に（ネガ型）フォトリソを塗布し、基板の裏面側から適宜露光量分布を生じさせた照射光により露光してレジストパターンを形成し、ドライエッチングによりこのレジストパターンを基板に転写する。つぎに、反対の面にもレジストパターンを形成して、ドライエッチングによりこのレジストパターンを転写するものである。

【0025】換言すれば、この発明によれば、2つのレンズで構成される対物レンズを容易かつ簡便に作製しつつ、その位置合わせを高精度におこなうことができ、さらに、高NA化を容易におこなうことができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

（実施例1）まず、本発明の光学素子について説明する。図1は本実施例における光学素子の断面図であり、図2は本実施例における光学素子の作製工程の一例を示した説明図である。図において、1は第1のレンズ、2は第2のレンズ、3は石英ガラス基板、4はネガ型フォトリソ、5はポジ型フォトリソ、6は高屈折材料である。

【0027】作製工程について説明する。まず、石英ガラス基板3の一方の面にネガ型フォトリソ4を塗布しプリベークをおこなう。つぎに、露光量に分布が生じるような露光方法によって、ネガ型フォトリソ4が

塗布されていない側から光を照射して石英ガラス基板3を透過してネガ型フォトレジスト4を露光する(図2(a)参照)。

【0028】露光量によって現像後のレジスト残膜量を制御することができるので第1のレンズ1の形状に対応した露光量分布が生じるように露光し、現像することによって石英ガラス基板3上に第1のレンズ1の形状にレジストパターンが形成される(図2(b)参照)。なお、露光量に分布を生じさせるような露光法としては、光学的濃淡の分布があるフォトマスクを用いる方法や、

微小ドットパターンの密度に分布があるマスクを使い露光時に故意にデフォーカスさせる方法などがある。【0029】つぎに、第1のレンズ形状1のレジストパターンが形成された石英ガラス基板3をドライエッチングし、フォトレジストパターンを石英ガラス基板3に転写させた(図2(c)参照)。本実施例では、ドライエッチングをおこなうエッチング装置としてECRエッチング装置を使用した。エッチングガスはCF<sub>4</sub>を用い、これにH<sub>2</sub>やO<sub>2</sub>を添加して、エッチングレートおよびエッチング選択比(石英ガラスエッチングレート/フォトレジストエッチングレート)を調整した。

【0030】選択比をほぼ1に設定した場合は、フォトレジストパターンがほぼそのままの形状および大きさで石英ガラスウエハに転写される。選択比を1より大きくした場合にはフォトレジストパターン形状の高さ方向に拡大転写され、選択比を1より小さくした場合にはフォトレジストパターン形状の高さ方向に縮小転写される。

【0031】つぎに、石英ガラス基板3の第1のレンズ1を形成した面とは反対の面にポジ型フォトレジスト5を塗布し、露光を行った(図2(d)参照)。続いて、ポジ型フォトレジスト5を塗布した側から露光を行った(図2(e)参照)。露光は同様に露光量分布が生じるような方法を用い、凹型のレジストパターンを形成した。

【0032】凹型のレジストパターンを形成後、同様にドライエッチングをおこなう石英ガラス基板3に凹型を転写し(図2(f)参照)、高屈折材料6を埋め込んで第2のレンズ2を形成した(図2(g)参照)。

【0033】なお、ネガ型フォトレジストは一般的に比較的膜厚を厚くすることができ、耐熱性に優れているものが多く、ネガ型フォトレジストを用いて形成する第1のレンズ形成工程(図2(a)～図2(c))では比較的レンズの高さが高いものを形成するようにする。本実施例ではJSR株式会社製のTHB-430Nを用いて高さが100μm程度のレンズパターンを形成した。

【0034】一方、ポジ型レジストは、膜厚を厚くしすぎるとドライエッチング中の熱でレジストパターンの割れが発生してしまうため、あまり厚くできない。ただし、図1に示した本実施例の光学素子における第2のレンズ2を形成するには十分な厚さである。

【0035】このように本実施例で説明した製造方法で光学素子を作製することで、従来のものより直径が大きくかつ曲率半径が小さな第1のレンズ1を作製することができる。換言すると、本実施例で説明した製造方法によれば、NAの大きなレンズを作製することが可能となる。NAの大きなレンズはビームのスポットサイズを小さくすることができるので、本実施例の光学素子を光ピックアップ装置の対物レンズとして用いることにより、記録密度を上げて大容量記録が可能となる。

【0036】また、第2のレンズをソリッドイマージョンレンズとし、光ディスクの記録層との間隔を光源波長の1/4以下にまで近接させることにより、近接場光を利用することが可能となるため、さらにスポットサイズを小さくし、高記録密度化を図ることができる。

【0037】本実施例では、レンズを形成する基板に石英ガラス基板を使用している。作製したレンズが、適用される装置の使用光源波長に対して透明であり、かつ、フォトリソ工程で露光をおこなう露光装置の光源波長に対して透明な材質であれば他の材質でもよい。なお、言うに及ばないが、ドライエッチングの条件はエッチングガスの種類を含めて、材質に合わせて変更する必要がある。

【0038】本実施例では、ドライエッチング装置として、ECRエッチング装置を使用した。ICPエッチング装置など他の方式によるエッチング装置でもよい。当然ではあるが、方式や装置が異なると、エッチングレートおよび選択比が異なるので、エッチング条件を変更する必要がある。

【0039】なお、図1に示した光学素子に別のレンズを貼り付けた光学素子とすることもできる。図3は、図1の光学素子に別の石英ガラス基板を用いた第3のレンズ10を貼り付けた光学素子の断面図である。詳細な光学系の説明は省略するが、図示したような構成にすることで、さらに高NAのレンズを実現することができる。

【0040】なお、第3のレンズ10も第1のレンズ1と同様な工程で作製することができる。貼り合わせに関しては、それぞれの石英ガラス基板3に対してレンズ形状を形成する際にアライメントマークも造り込み、このアライメントマークで位置合わせをして実施する。また、互いに突きあたる部分もレンズ形成工程で高さ精度良く形成することができるので、レンズ間隔についても高精度で貼り合わせることができる。貼り合わせには、紫外線硬化型樹脂を用いるが他の接着剤でもよい。また、貼り合わせは、一つずつおこなうことができるのはもちろんであるが、ウエハプロセスで複数のレンズを一括して貼り合わせてコストを含めた生産性を高めてもよい。

【0041】(実施例2) 本発明の第2の実施例について説明する。図4は本発明の光学素子の断面図であり、図5は作製工程を示した図である。11は第1のレン

ズ、12は第2のレンズである。

【0042】作製工程について説明する。まず、第1の実施例と同様に、石英ガラス基板3の一方の面にネガ型フォトリソスト4を塗布しプリベークをおこなう。つぎに、露光量に分布が生じるような露光方法によって、ネガ型フォトリソスト4が塗布されていない側から光を照射して石英ガラス基板3を透過してネガ型フォトリソスト4を露光する(図5(a)参照)。

【0043】この際、第1の実施例で示した形状とは異なり凹形状に対応した露光量分布が生じるように露光し、現像することによって石英ガラス基板3上に凹形状にレジストパターンを形成する(図5(b)参照)。露光量に分布が生じるような露光方法は、第1の実施例で示した方法でおこなうことができる。凹形状のレジストパターンが形成された石英ガラス基板3は、第1の実施例と同様にドライエッチングし、フォトリソストパターンを石英ガラス基板3に転写させる(図5(c))。

【0044】第2のレンズ形状形成は第1の実施例と同様におこなう(図5(d)~図5(f)参照)。最後に、第1のレンズの凹部と第2のレンズの凹部にそれぞれ高屈折材料6を埋め込んで図4に示した構造の光学部品が作製される(図5(g)参照)。なお、第1の実施例と同様にネガ型フォトリソストを用いて形成する第1のレンズ工程では比較的レンズの高さが高いものを形成するようにする。

【0045】このように本実施例で説明した製造方法で光学素子を作製することで、従来より直径の大きなかつ曲率半径の小さな第1のレンズを作製することができる。すなわち、実施例2の製造方法により、NAが大きなレンズを作製することができる。

【0046】本実施例の光学素子の構造をみると、平行平板形状の構造の光学素子とすることが可能であることが分かる。したがって、光学素子の上に他の光学素子を搭載することを容易におこなうことができる。図6および図7は実施例2の光学素子に他の光学素子を搭載した例を示した説明図である。ここで7は光ディスク、8はマイクロプリズム、9は1/4波長板である。

【0047】図6は、上述したように実施例2の光学素子にマイクロプリズム8を搭載して一体化したものである。マイクロプリズム8を搭載したことにより、光路を90°偏向させることができ、このような複合光学素子を光ピックアップ装置に用いれば、装置の薄型化を図ることができる。

【0048】図7は、上述したように、実施例2の光学素子に1/4波長板9を搭載して一体化したものである。1/4波長板9は、その結晶の光軸方向を直線偏光の入射光の偏光面に対して45°にすると、直線偏光の入射光が円偏光に変換される特性をもつ。また、円偏光が入射すると直線偏光に変換される特性をもつ。

【0049】図7に示したように、直線偏光の入射光を

1/4波長板9で円偏光に変換し、光ディスク7で反射させ、反射光が1/4波長板9を透過すると再び直線偏光に変換されるが、このとき入射光と反射光とで偏光面を90°変えることができる。このことを利用して、一般的な光ピックアップでは、1/4波長板と偏光ビームスプリッタと偏光ホログラムなどを用いることにより、光路を偏向させている。図7に示したように、1/4波長板9を搭載して一体化した光学素子を光ピックアップ装置に用いることで、装置の小型軽量化を図ることが可能となる。なお、マイクロプリズム8と1/4波長板9の両方を搭載した構成としてもよい。

【0050】(実施例3)本発明の第3の実施例について説明する。図8は第3の実施例である光学素子の断面図である。石英ガラス基板14にスライダの形状も形成されている。スライダの形状を石英ガラス基板14に形成する工程は、第2のレンズ(高屈折率素材12が充填された部分)の凹形状を形成する工程で同時におこなうことができるので、新たに工程を追加する必要がなく、コストのアップを抑えることができる。

【0051】実施例1で述べたように、第2のレンズをソリッドイマージョンレンズとし、近接場光を利用した光ピックアップは、スポットサイズを非常に小さくすることが可能であるので、光記録密度化には非常に有効である。しかしながら、第2のレンズは光ディスク(図示せず)の記録層の極近傍に近接させなければならない。

【0052】ここで、スライダは空気軸受けの原理を応用したものであり、高速度で回転するディスク表面に対して極近傍に浮上させることができる。したがって、スライダにソリッドイマージョンレンズを搭載することにより、光ディスクの極近傍に光ピックアップを配置することが可能である。また、本実施例で説明した構造を採用すれば、レンズとスライダを一体とした光ピックアップ用対物レンズを容易に作製することができるので、大容量の光ピックアップ装置を安価に作製することが可能となる。

【0053】(実施例4)本発明の第4の実施例について説明する。図9は第4の実施例である光学部品の断面図である。第1のレンズ1と第2のレンズ2を組としたレンズ群が同一石英ガラス基板3に対して2組形成してある。図に示した構造の光学素子は実施例1で説明した製造方法と全く同じ方法で作製することができるので、ここではその説明を省略する。

【0054】実施例4では、2つのピックアップ光学系をもつ構成にすることで、光ディスク上に2つのスポットを形成することが可能となり、2カ所で同時に記録/再生をおこなうことができる。このことは、記録および再生速度を向上させることができることを意味する。なお、2カ所とも記録、もしくは、2カ所とも再生としてもよいが、片方では再生、他方では記録を行ってもよ

い。

【0055】なお、図9では2組のレンズ群を形成している様子を示したが、レンズ群は2つに限らずこれ以上の数であってもよい。また、実施例3で説明したように、図9に示した石英ガラス基板3にスライド形状を形成することも可能であるので、同一のスライドに複数組のレンズ群が形成されたものも容易に作製することができる。

【0056】(実施例5) 本発明の第5の実施例について説明する。図10は第5の実施例である光学素子の断面図である。図において符号15は薄膜磁気コイルである。薄膜磁気コイル15は、スパッタリングや蒸着などの薄膜形成プロセスと、フォトリソグラフィプロセスとエッチングプロセスにより第1のレンズを形成する石英ガラス基板3に形成される。これらのプロセスもウエハプロセスでおこなうことができる。このような光学素子の構造とすることで、光磁気記録用の対物レンズとして図10に示した光学素子を使用することができる。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、まず、基板の一方の面に(ネガ型)フォトリソグを塗布し、基板の裏面側から露光してレジストパターンを形成し、ドライエッチングによりこのレジストパターンを基板に転写する。つぎに、反対の面にもレジストパターンを形成して、ドライエッチングによりこのレジストパターンを転写する。このような工程を経ることにより製造が容易で安価な高NAの対物レンズ(光学素子)を提供することが可能となる。

【0058】また、ウエハプロセスで作製するので低コストで光学素子作製することができる。さらに、本発明の光学素子を用いて光ピックアップ装置を構成することで、非常に大容量の記録媒体を読み書きできる光ピックアップ装置を実現することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の光学素子の断面図である。

【図2】実施例1における光学素子の作製工程を説明した図である。

【図3】実施例1の複合光学素子の断面図である。

【図4】実施例2の光学素子の断面図である。

【図5】実施例2における光学素子の作製工程を説明した図である。

【図6】実施例2における複合光学素子の断面図である。

【図7】実施例2における複合光学素子の断面図である。

【図8】実施例3の光学素子の断面図である。

【図9】実施例4の光学素子の断面図である。

【図10】実施例5の光学素子の断面図である。

【図11】従来の2つのレンズで構成される対物レンズの構成図である。

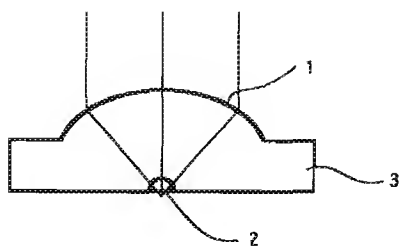
【図12】従来の2つのレンズで構成される対物レンズの構成図である。

【図13】従来の2つのレンズで構成される対物レンズの構成図である。

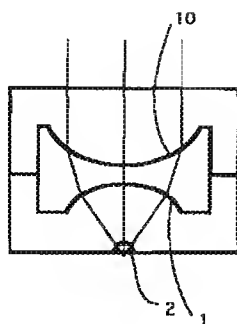
【符号の説明】

- 1、11 第1のレンズ
- 2、12 第2のレンズ
- 3 石英ガラス基板
- 4 ネガ型フォトリソグ
- 5 ポジ型フォトリソグ
- 6 高屈折材料
- 7 光ディスク
- 8 マイクロプリズム
- 9 1/4波長板
- 10 第3のレンズ
- 14 スライド形状のガラス基板
- 15 薄膜磁気コイル

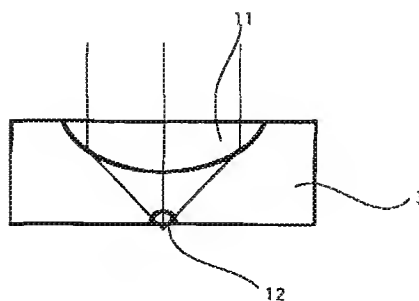
【図1】



【図3】

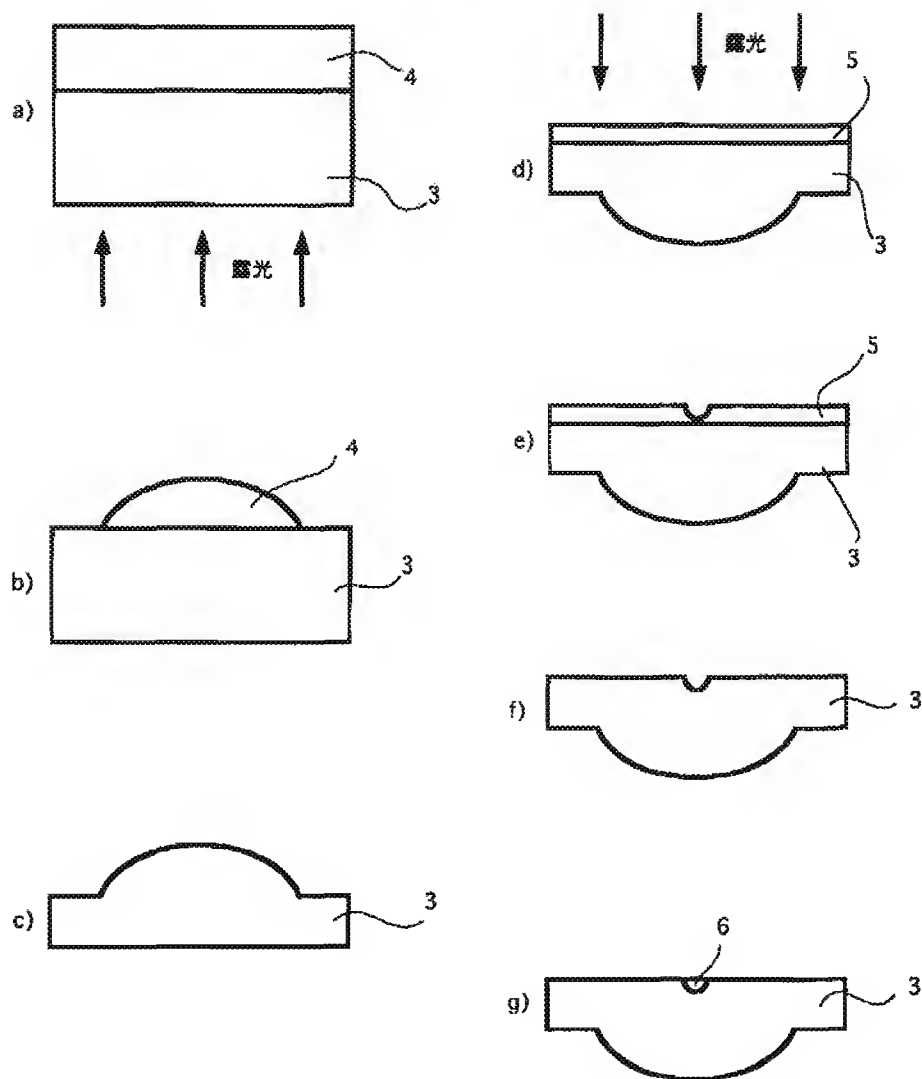


【図4】

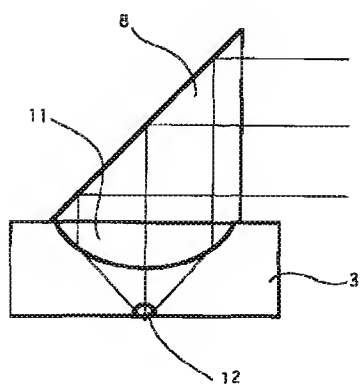




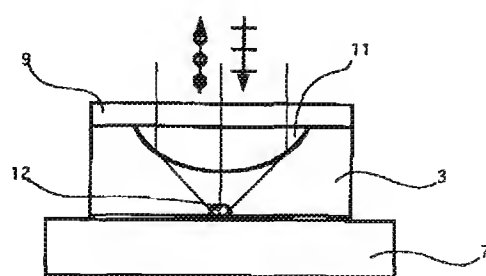
【図2】



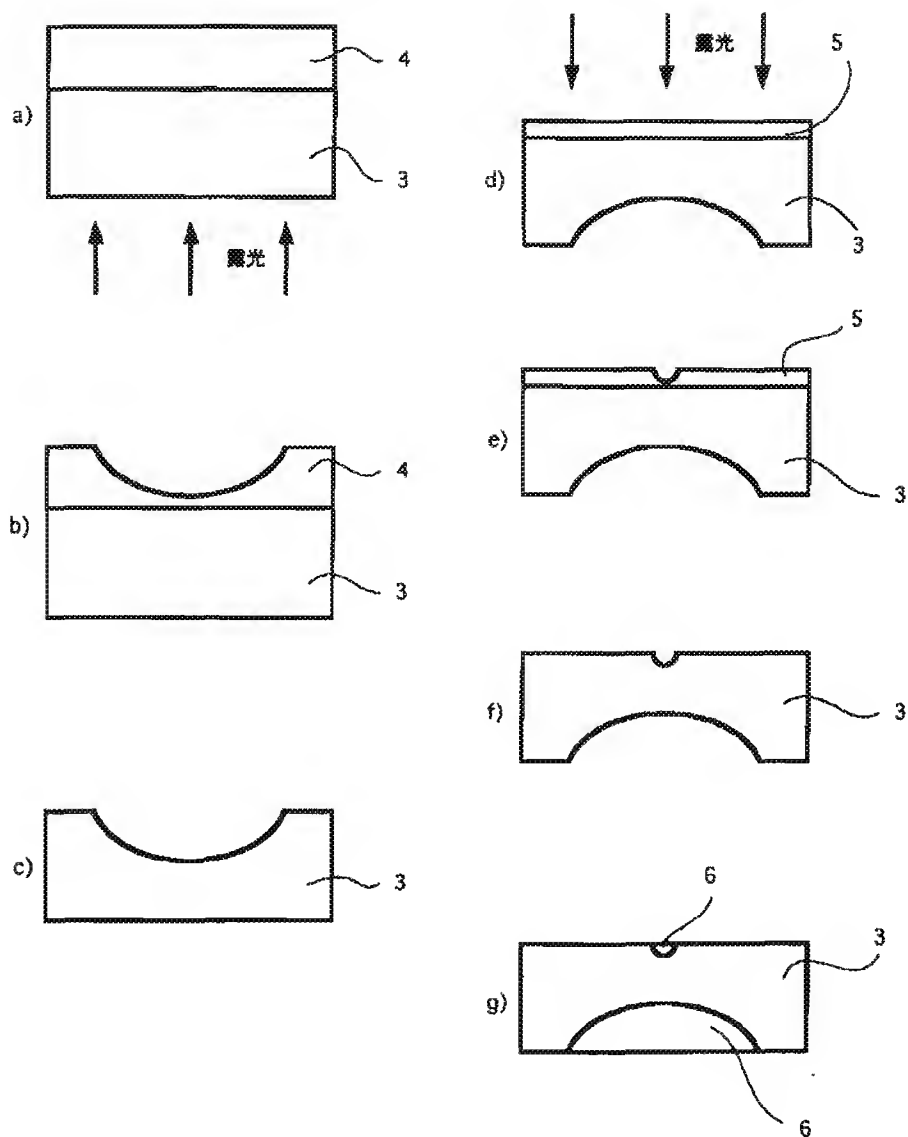
【図6】



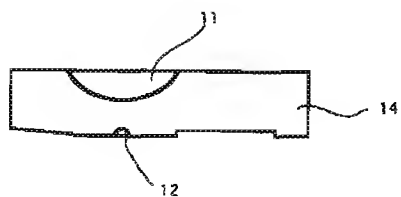
【図7】



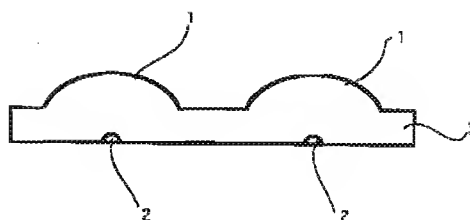
【図5】



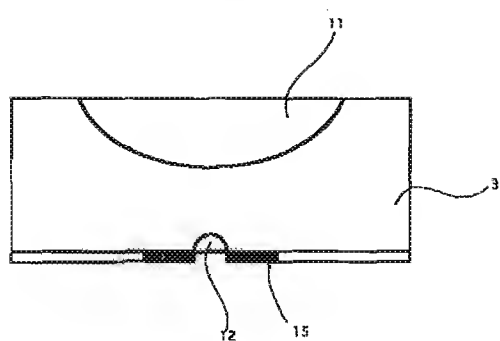
【図8】



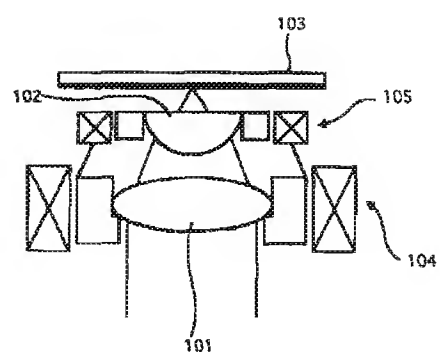
【図9】



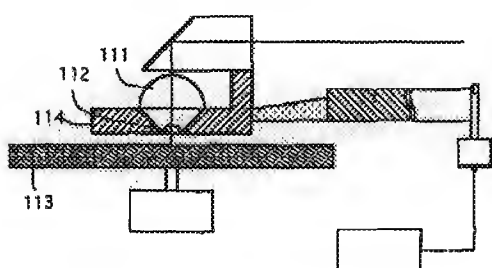
【図10】



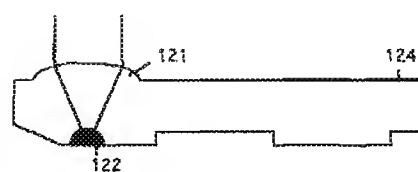
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>  
// B 2 9 K 101:10

識別記号

F I  
B 2 9 K 101:10

テーマコード(参考)

**Disclaimer:**

This English translation is produced by machine translation and may contain errors. The JPO, the INPIT, and those who drafted this document in the original language are not responsible for the result of the translation.

**Notes:**

1. Untranslatable words are replaced with asterisks (\*\*\*\*).
2. Texts in the figures are not translated and shown as it is.

Translated: 03:10:11 JST 03/13/2012

Dictionary: Last updated 02/10/2012 / Priority: 1. Chemistry / 2. Mathematics/Physics / 3. Electronic engineering

---

**CLAIM + DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1]A process of forming lens shape by irradiating with a predetermined light to photoresist applied on a transparent base, An optical element manufacturing method producing an optical element by which a lens was formed in both sides of the aforementioned transparent base by performing a process of transferring the lens shape concerned to the aforementioned transparent base by dry etching, to the upper surface of the aforementioned transparent base, and both sides at the bottom.

[Claim 2]The optical element manufacturing method according to claim 1 exposing the negative type photoresist concerned by light irradiating which has predetermined luminous energy distribution from a field of the opposite side of a field which applied negative type photoresist to the aforementioned transparent base, and applied the aforementioned negative type photoresist, and forming a lens.

[Claim 3]The optical element manufacturing method according to claim 1 or 2 forming concave lens shape in both sides of the aforementioned transparent base, being filled up with material of a refractive index which is different from a refractive index of the aforementioned transparent base into the concave lens shape portion concerned, and forming a lens.

[Claim 4]The optical element manufacturing method according to claim 1, 2, or 3 irradiating with the aforementioned predetermined light so that two or more lens shape may be formed on the aforementioned transparent base.

[Claim 5]An optical element producing by an optical element manufacturing method of any one description of the aforementioned Claims 1-4.

[Claim 6]The optical element according to claim 5 making the aforementioned transparent base into a slide block.

[Claim 7]The optical element according to claim 5 or 6 installing an optical element produced separately.

[Claim 8]The optical element according to claim 7, wherein an optical element which installed [ aforementioned ] is a micro prism.

[Claim 9]The optical element according to claim 7, wherein an optical element which installed [ aforementioned ] is 1/4 wavelength plate.

[Claim 10]An optical element of any one description of the Claims 5-9 forming a thin film coil in a field of the aforementioned transparent base.

[Claim 11]An optical pickup device having applied an optical element of any one description of the aforementioned Claims 5-10 to an optical pickup device, and making a gap of a field by the side of a pickup of the aforementioned optical element, and a recording layer of an information recording medium or less [ of light source wavelength ] into 1/4.

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical element manufacturing method, optical element, and optical pickup device which are especially used to an optical recording medium about an optical element manufacturing method, an optical element, and an optical pickup device.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, high recording density-ization of the optical disc is demanded and the method using the solid emersion lens and the high NA lens (high numerical aperture lens) as one of methods is proposed.

[0003] It was possible to have enlarged NA (numerical aperture) of an objective and to have made the spot diameter of a laser beam small by having 2 group objective composition which comprises a conventional optical pickup device with two lenses. High recording density-ization of an optical disc is attained by using such a lens.

[0004] For example, JP,2000-11388,A "light information recording and reproducing device and light information recording and reproducing systems", JP,H11-144293,A "optical head and optical recorder", [ the technology indicated by JP,H11-045455,A "manufacturing method of the optical element for optical pickups, and the optical element for optical pickups, and optical pickup" ] An objective is constituted from two lenses, NA of an objective is enlarged by this, and high recording density-ization of the optical disc is enabled.

[0005] Drawing 11, drawing 12, and drawing 13 are an objective of the conventional 2 lens constitution currently indicated by the gazette mentioned above, and a block diagram of the peripheral part. In a figure, the codes 101, 111, and 121 are the 1st lens, and 102, 112, and 122 show the 2nd lens. As for the codes 103 and 113, an actuator, and 114 and 124 are slide blocks an optical disc, and 104 and 105.

[0006] In the objective of drawing 11, the objective was constituted from the 1st independent lens 101 and 2nd lens 102, and high NA is realized. In the objective of drawing 12, it has composition which carries the 1st lens 111 and 2nd lens 112 in the slide block 114. It has the composition that the 1st lens 121 and 2nd lens were built with the objective of drawing 13 by the slide block 124. It makes it possible to arrange near the pole of an optical disc by making it rise to surface on the optical disc which the objective shown in drawing 12 and the objective shown in drawing 13 realize the quantity NA, respectively, and rotates at high speed.

[0007]

[Problem to be solved by the invention] However, there were the following problems in a Prior art. like the technology indicated by JP,2000-11388,A, there was a problem that it was very difficult to secure the accuracy of position of two lenses, with the composition which drives two lenses with an actuator, respectively.

[0008] In aiming at a densification and using the lens 102 (refer to drawing 11) by the side of the optical disc 103 as a solid emersion lens, This lens 102 must be approached near the pole (below the wavelength of a light source) of the optical disc 103, and the composition of carrying a lens in a slide block is used as that means. However, in the composition of JP,2000-11388,A, since there is the actuator 105, it becomes heavy, and there is also a problem that it is difficult to carry in a slide block.

[0009] Although the solid emersion lens and the objective are carried in the slide block and the weight saving is attained in the technology indicated by JP,11-144293,A, Since it is difficult to perform alignment of lenses with high precision since it formed independently, respectively and has combined when producing and it assembled one at a time, there was a problem that mass production nature led to cost rising very bad.

[0010] In the technology indicated by JP,11-045455,A, since two lenses are built to the same substrate, and alignment of lenses is performed with high precision and it can carry out by a wafer process, two or more lenses are simultaneously producible. However, at the process of forming lens shape, the modification of photoresist by heat, the modification of photoresist by a pressure, or the

exposing method by a diffusion mask is used by photoresist, and there was a problem that formation of complicated form, such as aspherical surface shape, was difficult.

[0011]The factor which generally determines the size of the spot formed on an optical disc has an aberration of a lens, and in order to suppress an aberration with a high NA lens, it is necessary to form the lens shape designed with aspherical surface shape with sufficient precision.

[0012]This invention was made in view of the above, and is \*\*\*. The purpose is to provide an easy and inexpensive objective of high NA.

[0013]

[Means for solving problem]In order to attain the above-mentioned purpose, [ the optical element manufacturing method according to claim 1 ] The process of forming lens shape by irradiating with a predetermined light to the photoresist applied on the transparent base, The optical element by which the lens was formed in both sides of the aforementioned transparent base is produced by performing the process of transferring the lens shape concerned to the aforementioned transparent base by dry etching, to the upper surface of the aforementioned transparent base, and both sides at the bottom.

[0014][ the optical element manufacturing method according to claim 2 ] In the optical element manufacturing method according to claim 1, the negative type photoresist concerned is exposed by the light irradiating which has predetermined luminous energy distribution from the field of the opposite side of the field which applied negative type photoresist to the aforementioned transparent base, and applied the aforementioned negative type photoresist, and a lens is formed.

[0015]In the optical element manufacturing method according to claim 1 or 2, the optical element manufacturing method according to claim 3 forms concave lens shape in both sides of the aforementioned transparent base, is filled up with the material of a refractive index which is different from the refractive index of the aforementioned transparent base into the concave lens shape portion concerned, and forms a lens.

[0016]In the optical element manufacturing method according to claim 1, 2, or 3, the optical element manufacturing method according to claim 4 irradiated with the aforementioned predetermined light so that two or more lens shape might be formed on the aforementioned transparent base.

[0017]The optical element according to claim 5 was produced by the optical element manufacturing method of any one description of the aforementioned Claims 1-4.

[0018]The optical element according to claim 6 made the aforementioned transparent base the slide block in the optical element according to claim 5.

[0019]The optical element according to claim 7 installed the optical element produced separately in the optical element according to claim 5 or 6.

[0020]The optical element according to claim 8 is characterized by the optical element which installed [ aforementioned ] being a micro prism in the optical element according to claim 7.

[0021]The optical element according to claim 9 is characterized by the optical element which installed [ aforementioned ] being 1/4 wavelength plate in the optical element according to claim 7.

[0022]The optical element according to claim 10 formed the thin film coil in the field of the aforementioned transparent base in the optical element of any one description of the Claims 5-9.

[0023]The optical pickup device according to claim 11 applied the optical element of any one description of the aforementioned Claims 5-10 to the optical pickup device, and made the gap of the field by the side of the pickup of the aforementioned optical element, and the recording layer of an information recording medium 1/4 or less [ of light source wavelength ].

[0024]That is, in this invention, first, photoresist (negative type) is applied to one field of a substrate, it exposes by the light irradiating which produced exposure value distribution from the rear-face side of a substrate suitably, a resist pattern is formed, and this resist pattern is transferred to a substrate by dry etching. To the next, a resist pattern is formed also in an opposite field and this resist pattern is transferred by dry etching.

[0025]Producing the objective which comprises two lenses easily and simple according to this invention, if it puts in another way, that alignment can be performed with high precision and high NA-ization can be performed further easily.

[0026]

[Mode for carrying out the invention]Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail, referring to Drawings.

(Working example 1) The optical element of this invention is explained first. Drawing 1 is a sectional view of the optical element in this example, and drawing 2 is an explanatory view showing an example of the making process of the optical element in this example. As for a quartz glass substrate and 4, in a figure, the 1st lens and 2 are [ positive type photoresist and 6 ] high refraction materials negative type photoresist and 5 the 2nd lens and 3 1.

[0027]A making process is explained. First, it prebakes by applying the negative type photoresist 4 to one field of the quartz glass substrate 3. Next, with an exposure method which distribution produces in a light exposure, it irradiates with light from the side to which the negative type photoresist 4 is not applied, the quartz glass substrate 3 is penetrated, and the negative type photoresist 4 is exposed (refer to drawing 2 (a)).

[0028]Since the amount of resist residual membranes after development is controllable by a light exposure, it exposes so that the exposure value distribution corresponding to the form of the 1st lens 1 may arise, and a resist pattern is formed on the quartz glass substrate 3 by developing negatives at the form of the 1st lens 1 (refer to drawing 2 (b)). There are a method of using a photomask with distribution of an optical shade as the exposing method for making a light exposure producing distribution, a method of making it defocus intentionally using the mask which has distribution in the density of a minute dot pattern at the time of exposure, etc.

[0029]Next dry etching of the quartz glass substrate 3 in which the resist pattern of the 1st lens shape 1 was formed was carried out, and the quartz glass substrate 3 was made to transfer a photoresist pattern (refer to drawing 2 (c)). In this example, ECR etching equipment was used as an etching system which performs dry etching. Using  $CF_4$ , etching gas added  $H_2$  and  $O_2$  to this, and adjusted an etching rate and etch selectivity (a quartz glass etching rate / photoresist etching rate).

[0030]When a selection ratio is set as about 1, a photoresist pattern is transferred by the quartz glass wafer in form and a size almost as it is. When a selection ratio is made larger than 1, magnifying transfer is carried out to a photoresist pattern-shaped height direction, and when a selection ratio is made smaller than 1, reduction transcription is carried out in a photoresist pattern-shaped height direction.

[0031]It exposed by applying the positive type photoresist 5 to a field opposite to the field in which the 1st lens 1 of the quartz glass substrate 3 was formed, next (refer to drawing 2 (d)). Then, exposure was performed from the side which applied the positive type photoresist 5 (refer to drawing 2 (e)). Exposure formed the concave resist pattern using a method which exposure value distribution produces similarly.

[0032]After forming a concave resist pattern, dry etching was performed similarly, the concave was transferred to the quartz glass substrate 3 (refer to drawing 2 (f)), the high refraction material 6 was embedded, and the 2nd lens 2 was formed (refer to drawing 2 (g)).

[0033]The negative type photoresist can generally thicken thickness comparatively, and there are many things excellent in the heat-resisting property, and it forms what has the comparatively high height of a lens in the 1st lens formation process (drawing 2 (a) - drawing 2 (c)) formed using negative type photoresist. In this example, the lens pattern about 100 micrometers high was formed using THB-430N made from JSR, Inc.

[0034]On the other hand, since a crack of a resist pattern will occur with the heat under dry etching if thickness is thickened too much, a positive resist is not made not much thickly. However, it is sufficient thickness to form the 2nd lens 2 in the optical element of this example shown in drawing



1.

[0035] Thus, by producing an optical element with the manufacturing method explained by this example, the 1st lens 1 with a small radius of curvature whose diameter is larger than the conventional thing is producible. If it puts in another way, according to the manufacturing method explained by this example, it will become possible to produce the big lens of NA. Since the big lens of NA can make the spot size of a beam small, by using the optical element of this example as an objective of an optical pickup device, packing density is raised and mass record is attained.

[0036] Since it becomes possible to use near field light by using the 2nd lens as a solid emersion lens, and making a gap with the recording layer of an optical disc approach  $1/4$  or less [ of light source wavelength ], a spot size can be further made small and high recording density-ization can be attained.

[0037] In this example, the quartz glass substrate is used for the substrate which forms a lens. To the light source wavelength of the aligner which is transparent and is exposed by a photolitho step to the source wavelength of used light of the equipment applied, as long as the produced lens is transparent construction material, other construction material may be sufficient as it. Although it is not necessary to say, it is necessary including the kind of etching gas to change the conditions of dry etching according to construction material.

[0038] In this example, although ECR etching equipment was used as a dry etching system, etching systems by other formulae, such as an ICP etching system, may be used. Although it is natural, since an etching rate differs from a selection ratio when a formula differs from equipment, it is necessary to change an etching condition.

[0039] It can also be considered as the optical element which stuck another lens on the optical element shown in drawing 1. Drawing 3 is the sectional view of an optical element on which the 3rd lens 10 using another quartz glass substrate to the optical element of drawing 1 was stuck. Although explanation of a detailed optical system is omitted, the lens of further high NA is realizable by having composition which was illustrated.

[0040] The 3rd lens 10 is also producible at the same process as the 1st lens 1. About lamination, when forming lens shape to each quartz glass substrate 3, an alignment mark is also built, and it carries out by carrying out alignment by this alignment mark. Since the portion to which it pokes mutually and hits can also be formed with sufficient height accuracy by a lens formation process, it can paste together with high precision also about a lens gap. Other adhesives may be used although ultraviolet curing type resin is used for lamination. Lamination may improve the productivity which pasted two or more lenses together collectively by the wafer process, and includes cost, although it can perform one at a time of course.

[0041] (Working example 2) The 2nd working example of this invention is described. Drawing 4 is a sectional view of the optical element of this invention, and drawing 5 is a figure showing a making process. 11 is the 1st lens and 12 is the 2nd lens.

[0042] A making process is explained. First, it prebakes like the 1st working example by applying the negative type photoresist 4 to one field of the quartz glass substrate 3. Next, with an exposure method which distribution produces in a light exposure, it irradiates with light from the side to which the negative type photoresist 4 is not applied, the quartz glass substrate 3 is penetrated, and the negative type photoresist 4 is exposed (refer to drawing 5 (a)).

[0043] Under the present circumstances, it exposes so that the exposure value distribution corresponding to concave shape may arise unlike the form shown in the 1st working example, and a resist pattern is formed on the quartz glass substrate 3 by developing negatives at concave shape (refer to drawing 5 (b)). The exposing method which distribution produces in a light exposure can be performed by the method shown in the 1st working example. Dry etching of the quartz glass substrate 3 in which the resist pattern of concave shape was formed is carried out like the 1st working example, and the quartz glass substrate 3 is made to transfer a photoresist pattern (drawing 5 (c)).



[0044]2nd lens shape formation is performed like the 1st working example (refer to drawing 5 (d) - drawing 5 (f)). The optic of the structure which embedded the high refraction material 6 in the crevice of the 1st lens and the crevice of the 2nd lens, respectively, and was finally shown in drawing 4 is produced (refer to drawing 5 (g)). At the 1st lens process formed using negative type photoresist like the 1st working example, what has the comparatively high height of a lens is formed.

[0045]Thus, by producing an optical element with the manufacturing method explained by this example, the 1st lens with small inside \*\*\*\*\* that is a diameter and as for which size comes is producible from before. That is, a lens with big NA is producible with the manufacturing method of the working example 2.

[0046]When the structure of the optical element of this example is seen, it turns out that it is possible to consider it as the optical element of a parallel plate-shaped structure. Therefore, it can perform easily carrying other optical elements on an optical element. Drawing 6 and drawing 7 are the explanatory views showing the example which carries other optical elements in the optical element of the working example 2. As for 7, a micro prism and 9 are 1/4 wavelength plates an optical disc and 8 here.

[0047]The micro prism 8 is carried in the optical element of the working example 2, and drawing 6 unites with it, as mentioned above. If 90 degrees of light paths can be deflected and such a compound light study element is used for an optical pickup device by having carried the micro prism 8, slimming down of equipment can be attained.

[0048]The 1/4 wavelength plate 9 is carried in the optical element of the working example 2, and drawing 7 unites with it, as mentioned above. The 1/4 wavelength plate 9 has the characteristics that the incident light of linearly polarized light is changed into circular polarized light, when the optical axis direction of the crystal shall be 45 degrees to the plane of polarization of the incident light of linearly polarized light. Incidence of circular polarized light will have characteristics changed into linearly polarized light.

[0049]If change the incident light of linearly polarized light into circular polarized light with the 1/4 wavelength plate 9, it is made to reflect with the optical disc 7 and a reflected light penetrates the 1/4 wavelength plate 9 as shown in drawing 7, it will be again changed into linearly polarized light, but 90 degrees of planes of polarization are changeable by incident light and a reflected light at this time. By the general optical pickup, the light path is deflected using this by using 1/4 wavelength plate, a polarization beam splitter, a polarizing hologram, etc. As shown in drawing 7, it becomes possible to attain the small weight saving of equipment by using for an optical pickup device the optical element which carried the 1/4 wavelength plate 9, and was unified. It is good also as composition which carries both the micro prism 8 and the 1/4 wavelength plate 9.

[0050](Working example 3) The 3rd working example of this invention is described. Drawing 8 is a sectional view of the optical element which is the 3rd working example. The form of the slide block is also formed in the quartz glass substrate 14. Since the process of forming the form of a slide block in the quartz glass substrate 14 can be simultaneously performed at the process of forming the concave shape of the 2nd lens (portion with which the high-refractive-index raw material 12 was filled up), it does not newly need to add a process and can suppress the rise of cost.

[0051]As the working example 1 described, since the optical pickup which used the 2nd lens as the solid emersion lens, and used near field light can make a spot size very small, it is dramatically effective in formation of an optical recording density. However, the 2nd lens must be made to approach near the pole of the recording layer of an optical disc (not shown).

[0052]Here, the slide block can apply the principle of an air bearing and can be close surfaced very much to the disk surface rotated at high speed. Therefore, it is possible by carrying a solid emersion lens in a slide block to arrange an optical pickup near the pole of an optical disc. Since the objective for optical pickups which carried out the lens and the slide block with one is easily producible if the structure explained by this example is adopted, it becomes possible to produce a mass optical

pickup device inexpensive.

[0053](Working example 4) The 4th working example of this invention is described. Drawing 9 is a sectional view of the optic which is the 4th working example. 2 sets of lens groups which made the group the 1st lens 1 and 2nd lens 2 are formed to the same quartz glass substrate 3. Since the optical element of the structure shown in the figure is producible by the completely same method as the manufacturing method explained in working example 1, the explanation is omitted here.

[0054]In the working example 4, by having composition with two pickup light study systems, it becomes possible to form two spots on an optical disc, and record/regeneration can be performed simultaneously at two places. This means that record and a refresh rate can be raised. Although two places and record or both places are good also as regeneration, it may reproduce at one of the two, and, on the other hand, may record.

[0055]Although drawing 9 showed signs that 2 sets of lens groups were formed, a lens group may be a number not only two but beyond this. Since it is also possible to form slider shape in the quartz glass substrate 3 shown in drawing 9 as the working example 3 explained, that by which two or more sets of lens groups were formed in the same slide block is also easily producible.

[0056](Working example 5) The 5th working example of this invention is described. Drawing 10 is a sectional view of the optical element which is the 5th working example. In a figure, the code 15 is a thin film magnet coil. The thin film magnet coil 15 is formed in the quartz glass substrate 3 which forms the 1st lens according to thin-film-forming processes, such as sputtering and vacuum evaporation, a photolithography process, and an etching process. These processes can also be performed by a wafer process. By considering it as the structure of such an optical element, the optical element shown in drawing 10 can be used as an objective for magneto-optical recording.

[0057]

[Effect of the Invention]As explained above, according to this invention, first, photoresist (negative type) is applied to one field of a substrate, it exposes from the rear-face side of a substrate, a resist pattern is formed, and this resist pattern is transferred to a substrate by dry etching. To the next, a resist pattern is formed also in an opposite field and this resist pattern is transferred by dry etching. Manufacture becomes possible [ providing the easy and inexpensive objective (optical element) of high NA ] by passing through such a process.

[0058]Since it produces by a wafer process, optical element production can be carried out by low cost. It is possible to realize the optical pickup device which can write a very mass recording medium with constituting an optical pickup device using the optical element of this invention.

---

[Translation done.]